



DOI: 10.17512/bozpe.2019.1.02

**Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym**  
**Construction of optimized energy potential**

ISSN 2299-8535 e-ISSN 2544-963X



## **Doskonalenie jakości wyrobów budowlanych z wykorzystaniem punktów kontroli**

**Karolina Czerwińska<sup>1</sup>** (*orcid id: 0000-0003-2150-0963*)

**Andrzej Pacana<sup>2</sup>** (*orcid id: 0000-0003-1121-6352*)

<sup>1,2</sup> Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

**Streszczenie:** Efektywne zarządzanie jakością stanowi czynnik warunkujący rozwój przedsiębiorstwa. Środki zarządzania jakością obejmują planowanie jakości, kontrolę jakości, zapewnienie jakości i poprawę jakości. Celem badań było zdiagnozowanie w punktach kontroli jakości stanu studni kablowej oraz precyzyjne określenie przyczyn, w stosunku do których odpowiednie działania zapobiegawcze mogłyby w znaczący sposób przyczynić się do zmniejszenia liczby niezgodnych wyrobów. Dodatkowo celem było zaproponowanie sekwencji działań wspomagających analizę problemów produkcyjnych (występowanie niezgodności w badanym wyrobie). W związku z rosnącą liczbą reklamacji w przedsiębiorstwie oraz brakiem analiz przyczyn zaistniałej sytuacji zastosowano sekwencje metod zarządzania jakością, dzięki czemu sklasyfikowano niezgodności występujące w wyrobach pod kątem ich istotności oraz częstości występowania (diagram Pareto-Lorenza). Dodatkowo wykonano analizę przyczyn niezgodności (metoda 5Why?). Najistotniejszą niezgodnością w badanym wyrobie są pęknięcia dolnej części wyrobu, czego przyczyną są niskie kwalifikacje pracowników.

**Słowa kluczowe:** punkt kontroli jakości, beton, diagram Pareto-Lorenza, metoda 5Why?, budownictwo zrównoważone

**Użytkowanie treści artykułu tylko w oparciu o licencję Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0**

**Proszę cytować ten artykuł w następujący sposób:**

K. Czerwińska, A. Pacana, Doskonalenie jakości wyrobów budowlanych z wykorzystaniem punktów kontroli, *Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym*, vol. 8, 1, 2019, 19-28, DOI: 10.17512/bozpe.2019.1.02

## **Wprowadzenie**

Każde przedsiębiorstwo, rozpoczynając produkcję, powinno dokonać analizy poziomu jakości oferowanych wyrobów, ponieważ od tego będzie zależeć jego pozycja na rynku. Często jakość stosowana jest jako broń w walce z konkurencyjnymi krajowymi i międzynarodowymi producentami (Ładoński i Szołtysek,

2005). Niektóre terminy definiujące zagadnienie jakości oparto na przydatności do użytkowania czy zgodności z wymaganiami (Bielski i Drozd, 2016). Norma PN-EN ISO 9000 określa jakość jako stopień, w którym zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania (PN-EN ISO 9000), przy czym wymaganie określone jest jako potrzeba bądź oczekiwanie, które zostało ustalone i przyjęte zwyczajowo lub obowiązkowo. Zatem jakość pojmowana jest jako zespół cech wskazujących na to, czy żądany wyrób, przedmiot, obiekt, usługa odpowiadają wymaganiom osoby oceniającej (Durlik, 2007). Aby uzyskać odpowiedni poziom jakości oferowanych wyrobów, należy realizować proces produkcyjny w sposób zapobiegający wystąpieniu problemów związanych z powstawaniem niezgodnego wyrobu z określonymi wymaganiami. Poprawa jakości jest procesem wymagającym wykorzystywania nowoczesnych technik podczas badania, projektowania, wytwarzania, wyznaczania oraz regulowania jakości produktów, jak również zaangażowania i współpracy poszczególnych jednostek i pracowników. Każdy proces poprawy jakości związany jest z eliminacją strat, identyfikowanych jako to, co nie tworzy wartości dodanej dla klienta. Wobec tego każdą czynność należy traktować jako proces, który można poprawić (Sage i Rouse, 2009). Istotną rolę w tym kontekście pełni kontrola, odbywająca się na kolejnych etapach procesu wytwarzania. Dzięki temu procesowi gromadzone są informacje, za pomocą których przedsiębiorstwo może regulować procesy produkcyjne w sposób, który pozwoli uniknąć produktów niezgodnych (Hamrol i Mantura, 2011).

Wysoki poziom jakości wyrobów budowlanych, wydajności, zmniejszenie ryzyka dla ludzi oraz oszczędność wydatków stanowią ogólny cel czystej produkcji. Przykładem, gdzie tego typu rozwiązania są już wdrażane, jest analizowane przedsiębiorstwo. Mówiąc o zrównoważonym rozwoju w aspekcie produkcji wyrobów betonowych, należy odnieść się do płaszczyzny technicznej, której działania często skierowane są na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń dzięki budowie nowych urządzeń oczyszczających (czyli tzw. rozwiązania „na końcu rury”), jednakże o wiele istotniejszy aspekt stanowi ingerencja w samą istotę stosowanego procesu technologicznego (Pawłowski i Pawłowski, 2004) oraz jego ciągle usprawnianie poprzez:

- Ograniczenie przepływu surowców, poprzez użytkowanie mniejszej ich ilości, co jest kwestią bardziej wydajnego ich użytkowania oraz wprowadzania materiałooszczędnych technologii w przedsiębiorstwie.
- Zwolnienie przepływu surowców w kontekście ich jakości, zwiększenia bezawaryjności produktów oraz ich dłuższego użytkowania.
- Zamknięcie przepływu surowców rozumiane jako ponowne użytkowanie odzyskiwanych materiałów. Może to występować przez wprowadzanie różnorodnych form recyklingu, a w przypadku wyrobów betonowych wykorzystanie odpadów przemysłowych jako surowców wtórnych w procesie.
- Zastąpienie przepływu rozumiane jako zastępowanie materiału szkodliwego materiałami mniej szkodliwymi oraz zastąpienie nieodnawialnych surowców odnawialnymi materiałami.

Integracja przedstawionych działań stanowi przejaw tzw. „czystszej produkcji” wdrażanej w analizowanym przedsiębiorstwie.

## 1. Koncepcja punktów kontrolnych

W sytuacji gdy dokonywany jest pomiar jakości wyrobu bądź usługi, mówimy, iż został stworzony punkt kontroli jakości. Taki punkt jest więc miejscem, etapem, procesem lub operacją jednostkową, w którym przeprowadzana jest kontrola parametrów bądź innych wskaźników o fundamentalnym znaczeniu dla jakości sprawdzanego wyrobu lub istotnych z punktu widzenia wykonywanej technologii (Lasota, 2011).

Punkt kontrolny można określić jako miejsce usytuowane w procesie technologicznym, w którym w celu zagwarantowania poprawnego przebiegu produkcji (w kontekście jakości wyrobu) konieczne jest uniknięcie powstających w określonym miejscu niezgodności wyrobu. W przypadku powstania niezgodności w określonym punkcie kontrolnym defekt może skutkować powstaniem krytycznej niezgodności, która wpłynie na końcową jakość powstałego wyrobu. Definiując usytuowanie punktów kontrolnych w przedsiębiorstwie produkcyjnym, należy zwrócić uwagę, by umiejscowić tego rodzaju punkty na kolejnych etapach procesu technologicznego. Należy unikać sytuacji, w której punkt kontrolny znajduje się jedynie na wyjściu gotowego wyrobu, gdyż w takiej sytuacji będzie to stanowić kontrolę odbiorczą (Burtan i Wolniak, 2013; Chmielewski, 2013; Drummond, 2005; Liker, 2005; Wolniak, 2015; Zalewski, 2008).

W każdym z wyznaczonych punktów kontrolnych możliwe jest stosowanie kontroli jakości z podziałem na dwa typy danych: dane liczbowe bądź alternatywne, z tego względu można stwierdzić, iż każda kontrola jakości jest kontrolą liczbową (ocena właściwości wyrobu przebiega na podstawie mierzalnych cech) lub alternatywną (ocena właściwości przebiega na podstawie cech niemierzalnych (lub mierzalnych, ale niemierzonych) przez porównanie ze wzorcem, a następnie wystawienie oceny dwustopniowej, np. „wyrób zgodny”, „wyrób niezgodny”, bądź wielowartościowej) (Dierning i Kujawińska, 2012; Feliks i Lichota, 2010). Powszechnie funkcjonalnym pomiarem jakości, możliwym do wykorzystywania w celu monitorowania wyrobu w niemalże dowolnym punkcie kontrolnym, jest liczba niezgodności na jednostkę. Parametr ten liczony jest jako stosunek liczby niezgodności do liczby wyrobów wytworzonych ogółem bądź też liczby wyrobów kontrolowanych (Wolniak i Skotnicka, 2011; Lewicka-Romańska, 2001). Aby zmniejszyć wartość tego wskaźnika, należy zastosować metody jakościowe w celu rozwiązania pojawiających się w procesie produkcyjnym problemów (Antosz i in., 2013; Furman, 2014; Kruczek, 2015; Pacana i in., 2018).

W analizowanym przedsiębiorstwie w ramach rozwoju doskonalenia jakości, oprócz zastosowania punktów kontrolnych w procesie produkcyjnym, obowiązują również odpowiednie procedury opisujące w sposób kompleksowy i jednoznaczny poszczególne elementy funkcjonującego w przedsiębiorstwie systemu jakości. Procedury odnoszą się do poszczególnych procesów, które realizowane są w organizacji i są istotne z punktu widzenia uzyskania odpowiedniej jakości wyrobów. Procedury te dotyczą: zakupów surowców i kontroli dostaw, procesu produkcji, kontroli

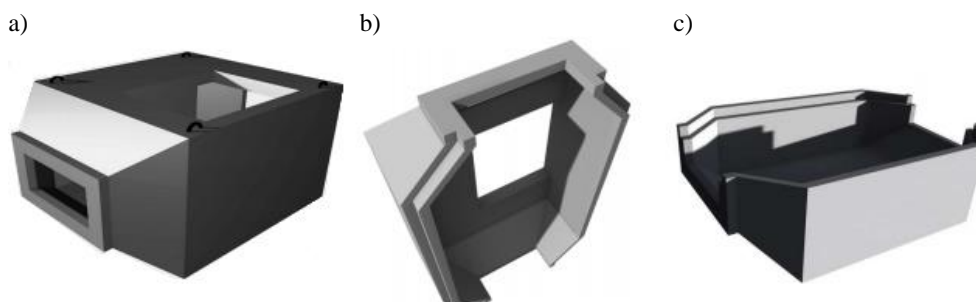
urządzeń do produkcji i badań, działań korygujących i zapobiegawczych oraz kontroli wyrobu gotowego.

## 2. Cel, zakres i przedmiot badań

Celem badań było zdiagnozowanie w punktach kontroli jakości stanu studni kablowej oraz precyzyjne określenie przyczyn, w stosunku do których odpowiednie działania zapobiegawcze mogłyby w znaczący sposób przyczynić się do zmniejszenia liczby niezgodnych wyrobów. Dodatkowo celem było zaproponowanie sekwencji działań wspomagających analizę problemów produkcyjnych (występowanie niezgodności w analizowanym wyrobie).

Badanie dotyczyło partii wyrobów wykonanych w 3 i 4 kwartale 2018 r. w jednej z firm w południowej części Polski. Partia do badań - ilość studni kablowych wyprodukowanych w jednym miesiącu - nie przekraczała 1200 szt. Wybór próbek do badań z przedstawionej do odbioru partii studni kablowych pobierany był w sposób losowy raz na partię. Zakres kontroli odlewu obejmował weryfikację betonu, stali i belki użytych do wytworzenia wyrobu.

Przedmiotem badań była studnia kablowa stosowana w telekomunikacyjnej kanalizacji kablowej jako studnia przelotowa, dwuotworowa do budowy linii kablowych i wciągania, montażu oraz konserwacji kabli o średnicy do 15 mm. Przedmiot badań przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1.** Model 3D przedmiotu badań (a), górna część przedmiotu badań (b), dolna część przedmiotu badań (c)

Studnia kablowa jest prefabrykowana, wykonana z żelbetu, zaś w skład jej korpusu wchodzi część górna i dolna. Wyrób wykonano z betonu klasy C 35/45 zgodnie z PN-EN 206-1 oraz zbrojenia ze stali gładkiej  $\varnothing 6$ , klasy A-0. Właściwości betonu przedstawiono w tabeli 1.

Według klasyfikacji normy PN-B-03-264:2002, zastosowane zbrojenia w wyrobie posiadają następujące właściwości: granica plastyczności ( $f_{yk}$ ) - 220 MPa; charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie ( $f_{tk}$ ) - 300 MPa.

**Tabela 1.** Wytrzymałości (MPa) i moduły sprężystości  $E_{cm}$  (GPa) betonu użytego do produkcji studni kablowej (PN-EN 1992-1-1:2008)

Właściwość	Wartość
charakterystyczna wytrzymałość walцова na ściskanie ( $f_{ck}$ )	35
charakterystyczna wytrzymałość kostkowa na ściskanie ( $f_{ck,cube}$ )	45
obliczeniowa wytrzymałość na ściskanie ( $f_{cd}$ )	25
średnia wytrzymałość na rozciąganie ( $f_{ctm}$ )	2,9
charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie ( $f_{ctk 0,05}$ )	3,2
charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie ( $f_{ctk 0,95}$ )	4,2
obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie ( $f_{ctd}$ )	1,57
moduł sprężystości betonu ( $E_{cm}$ )	34

### 3. Realizacja procesu produkcyjnego z uwzględnieniem punktów kontrolnych

Realizacja procesu produkcyjnego obejmuje swoim zakresem następujące czynności: wytworzenie mieszanki betonowej, przygotowanie form, przygotowanie zbrojenia, ułożenie zbrojenia, ułożenie mieszanki betonowej w formie, wibrowanie, rozformowanie.

Sposób wykonania:

1. Operator wężła betoniarskiego wykonuje mieszankę betonową wg określonej receptury. Zasady wykonywania mieszanki określa wewnętrzna instrukcja.
2. Wyprodukowana mieszanka betonowa transportowana jest na stanowisko formowania studni kablowych.
3. Formowanie elementów odbywa się w formach. Przed przystąpieniem do produkcji następuje przygotowanie form, które polega na dokładnym sprawdzeniu stanu technicznego, oczyszczeniu z resztek betonu, sprawdzeniu geometrii oraz pokryciu środkiem antyadhezyjnym.
4. Do produkcji studni kablowych stosowane są: gotowe zbrojenia przygotowane zgodnie z dokumentacją techniczną danego typu studni kablowych. Przed zastosowaniem zbrojenia podlegają ocenie wizualnej pod względem prawidłowości wykonania.
5. Zbrojenie studni kablowych przenoszone jest na stanowisko formowania ręcznie, zakładane są wkładki stabilizująco-dystansujące i zbrojenie umieszczane jest w formach przez betoniarzy.
6. Po przygotowaniu form i ustabilizowaniu zbrojenia w formach następuje ręczne ułożenie mieszanki betonowej, następnie przeprowadza się wibrowanie na stole wibracyjnym do całkowitego zagęszczenia mieszanki betonowej. Po zagęszczeniu ręcznie zaciera się górną powierzchnię prefabrykatu.

7. Dojrzewanie betonu odbywa się w warunkach naturalnych, w temperaturze nie mniejszej niż 5°C i poddawane jest odpowiedniej pielęgnacji. Można osiągnąć to np. poprzez przykrycie elementu folią z tworzywa sztucznego lub ewentualne zraszanie rozproszonym strumieniem wody.

Na postępujących po sobie etapach produkcji prowadzony jest ciągły nadzór oraz systematyczne dokumentowanie wykonanych działań, dzięki czemu zapewniona jest pełna identyfikowalność procesu produkcji.

Kontrola międzyoperacyjna procesu produkcyjnego studni kablowej przebiega następująco:

1. Przygotowanie form - za właściwe przygotowanie form odpowiedzialny jest pracownik stanowiska, który potwierdza sprawdzenie wpisem w dokumencie.
2. Mieszanka betonowa - za wykonanie mieszanki zgodnie z recepturą odpowiada operator betoniarki, co potwierdza wpisem w dokumencie.
  - a. Próbki do badań dla etapów technologicznych pobierane są okresowo przy istotnych zmianach temperatury oraz parametrów stosowanych surowców.
  - b. Próbki do badań wytrzymałościowych (po 28 dniach) są pobierane przynajmniej raz na partię.
3. Zbrojenie - za prawidłowy dobór zbrojenia do studni kablowych zgodnych z dokumentacją techniczną oraz zakładanie wkładek stabilizująco-dystansujących odpowiada pracownik stanowiska formowania.
4. Transport wewnętrzny i składowanie
  - a. Po uzyskaniu wymaganej wytrzymałości, umożliwiającej transport, elementy przewożone są na wyznaczone miejsce magazynowania.
  - b. Studnie kablowe składowane są na wyrównanym, odwodnionym i utwardzonym podłożu.

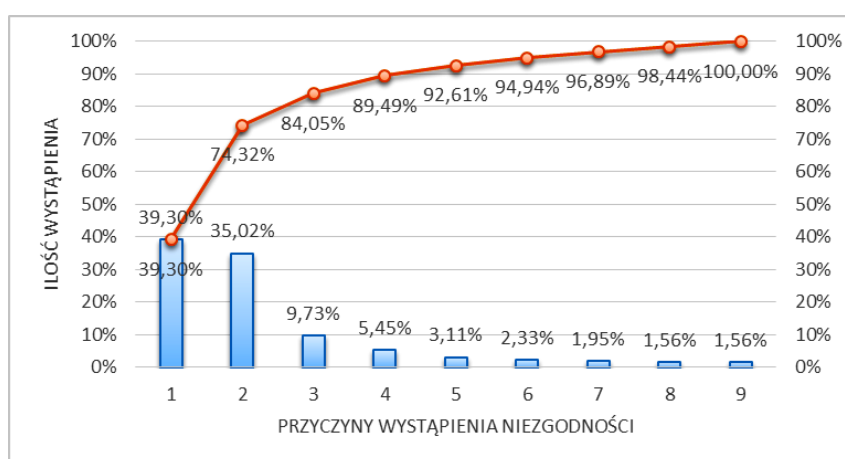
Badania laboratoryjne wynikające z potrzeb pełnego nadzoru nad produkcją gotowego wyrobu w przedsiębiorstwie realizowane są w laboratorium zakładowym - w zakresie badań wymiarów, otulenia zbrojenia, uszkodzeń, średnicy prętów, odchyłek wymiarowych, niezgodności, konsystencji betonu, badań klasy wytrzymałości betonu na ściskanie. Badanie studni kablowych wykonuje się na podstawie wymagań z Aprobaty Technicznej Instytutu Łączności nr AT/2012-12-007 i PN-EN 12390-3. Wyprodukowane wyroby przekazywane są do magazynu wyrobów gotowych i składowane w wyznaczonych miejscach placu magazynowego.

#### **4. Identyfikacja przyczyn negatywnych wyników kontroli**

Po przeprowadzeniu badań studni kablowej zgodnie z kontrolą międzyoperacyjną procesu produkcyjnego wyszczególniono niezgodności, które najczęściej pojawiają się podczas produkcji wyrobów. W celu zmniejszenia liczby wyrobów weryfikowanych negatywnie podjęto analizę przyczyn odrzutów. Do zidentyfikowania przyczyn powstawania niezgodności postanowiono zastosować kombinację

tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, tj. diagramu Pareto-Lorenza oraz analizy 5Why.

Zaproponowanym instrumentem do analizy wadliwości wyrobu była analiza Pareto-Lorenza mająca na celu zidentyfikowanie najistotniejszych niezgodności z punktu widzenia liczby ich występowania (rys. 2). Na diagramie niezgodności występujące w badanym wyrobie oznaczono kolejno: 1 - pęknięcie dolnej części studni kablowej; 2 - brak równej powierzchni wyrobu; 3 - ukruszenia wyrobu; 4 - niska wytrzymałość wyrobu na ściskanie; 5 - nieodpowiednie usytuowanie zbrojenia; 6 - nieodpowiednie otulenie zbrojenia; 7 - nieodpowiednia mieszanka betonu; 8 - korozja uzbrojenia; 9 - umieszczenie nieodpowiedniego zbrojenia.



Rys. 2. Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności występujących w badanym wyrobie

Wartości słupków na rysunku 2 przedstawiają wyniki analizy Pareto (udział procentowy poszczególnych przyczyn), zaś połączone przez łamaną punkty składają się na krzywą Lorenza (wartość skumulowaną poszczególnych przyczyn).

Analiza przeprowadzona przy użyciu diagramu Pareto-Lorenza wykazała, iż najważniejszymi nieciągłościami są dwa rodzaje niezgodności, tj. pęknięcie dolnej części studni kablowej (39,30%) i brak równej powierzchni wyrobu (35,02%). Powodują one występowanie 74,32% wszystkich braków po procesie produkcji studni kablowych. Wyeliminowanie w pierwszej kolejności głównych niezgodności pozwoli na poprawę jakości produkowanych wyrobów.

Drugim etapem analizy wadliwości wyrobu jest analiza przyczyn występowania niezgodności za pomocą analizy 5Why (rys. 3). Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że źródłową przyczyną pęknięć dolnej części studni kablowej jest brak kwalifikacji pracownika spowodowany brakiem szkoleń.

Celem działań korygujących i zapobiegawczych jest poprawa danego procesu. W odniesieniu do analizowanego problemu powstawania niezgodności działania korygujące i zapobiegawcze wpłyną na zmniejszenie częstotliwości występowania błędów na stanowisku formowania.



Rys. 3. Metoda 5Why dla problemu pęknięć dolnej części studni kablowej

Priorytetem działań korygujących najczęściej występującej niezgodności powinny być dodatkowe szkolenia pracowników, dotyczące prawidłowego doboru zbrojenia do studni kablowych zgodnych z dokumentacją techniczną oraz zakładania wkładek stabilizująco-dystansujących, okresowego sprawdzania wiedzy o umiejętności pracowników. Dzięki temu pracownicy będą mogli poznać możliwe do wystąpienia usterki i metody zapobiegania powstawania błędów.

Po wdrożeniu działań korygujących w przedsiębiorstwie należy wprowadzić działania zapobiegawcze, które przyczynią się do poniesienia dodatkowych kosztów związanych z występowaniem niezgodności w wyrobach. Aby zapobiec dalszemu popełnianiu błędów (i błędów podobnego rodzaju np. nieodpowiednie usytuowanie i otulenie zbrojenia), należy w obrębie stanowiska roboczego umieścić wzorcową formę z poprawnie usytuowanym zbrojeniem elementu studni kablowych oraz wkładką stabilizująco-dystansującą.

Po zrealizowaniu proponowanych działań korygujących i zapobiegawczych oraz upływie określonego czasu (np. 3-4 miesięcy), po upływie którego można spodziewać się wymiernych rezultatów wprowadzonych zmian, należy powtórnie wykonać analizę problemu metodą Pareto-Lorenza, a w razie potrzeby rozszerzyć ją o metodę 5Why.

## Wnioski

Proces wytwarzania wyrobów z betonu jest skomplikowany, wymaga odpowiedniej precyzji w dozowaniu surowców i materiałów na każdym etapie produkcji. Poprzez sumienną kontrolę jakości możliwe jest uniknięcie błędów dotyczących powstania wyrobów niezgodnych z wymaganiami norm. Każde przedsiębiorstwo może prowadzić kontrolę jakości w inny sposób, jednak zaproponowana sekwencja metod analizy przyczyn występowania niezgodności wyrobów stanowi przydatny



i efektywny sposób analizy problemów jakościowych wyrobów, który może być praktykowany w różnych przedsiębiorstwach.

Dzięki zastosowaniu narzędzi zarządzania jakością uporządkowano pod względem częstości wystąpienia oraz znaczenia skutków rodzaje niezgodności pojawiające się w procesie produkcji studni kablowych oraz zidentyfikowano kluczową przyczynę generującą niezgodności w wyrobach - niskie kwalifikacje pracowników spowodowane brakiem szkoleń w przedsiębiorstwie.

Eliminowanie przyczyn niezgodności w wyrobach betonowych przyczynia się do prowadzenia efektywnego procesu realizacji prac budowlanych, co pozwala oszczędzać czas, energię czy też duże ilości surowców naturalnych. Działania te bez wątpienia są zgodne z wdrażaniem strategii zrównoważonego rozwoju w analizowanym przedsiębiorstwie, co jest zgodne z ideą budownictwa zrównoważonego.

## Bibliografia

- Antosz, K., Pacana, A., Stadnicka, D. & Zielecki, W. (2013) *Lean Manufacturing. Doskonalenie produkcji*. Rzeszów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- Bielski, R. & Drozd, R. (2016) *Doskonalenie kontroli jakości w produkcyjnych procesach aparaturowych*. W: Knosala, R. (red.) *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. II. Opole, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, 175-183.
- Burtan, A. & Wolniak, R. (2013) *Decision process based on attribute control charts in the automotive industry*. *Technická Diagnostyka*, 1.
- Chmielewski, T. (2013) *Projektowanie procesów technologicznych - spawalnictwo*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Diernig, M. & Kujawińska, A. (2012) *MSA - Analiza Systemów Pomiarowych. Przewodnik po procedurach*. Poznań, AR Comprint.
- Drummond, H. (1998) *W pogoni za jakością*. Warszawa, Dom Wydawniczy ABC, 69.
- Durlik, I. (2007) *Inżynieria zarządzania cz. I*. Warszawa, Wydawnictwo Placet.
- Hamrol, A. & Mantura, W. (2006) *Zarządzanie jakością teoria i praktyka*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Feliks, J. & Lichota, A. (2010) *Wspomaganie analizy systemów pomiarowych (MSA)*. *Archives of Foundry Engineering*, 3(10).
- Furman, J. (2014) *Wdrażanie wybranych narzędzi koncepcji Lean Manufacturing w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. W: Knosala, R. (red.) *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Opole, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 247-256.
- Kruczek, M. & Żebrucki, Z. (2015) *Koncepcja lean management w procesie ciągłego doskonalenia przepływów*. *Logistyka*, 2, 425-432.
- Lasota, A. (2011) *Metodologia modyfikacji sieci obrazujących proces produkcyjny zawierająca punkty kontroli jakości*. *Pomiary, Automatyka, Kontrola*, 3, 320-323.
- Lewicka-Romicka, A. (2001) *Badania nieniszczące*. Warszawa, WNT.
- Liker, J.K. (2005) *Droga Toyot*. Warszawa, Wydawnictwo MT Biznes, 5-23.
- Ładoński, W. & Szołtysek, K. (2005) *Zarządzanie jakością. Część I Systemy jakości w organizacji*. Wrocław, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Łangeego.
- Norma ISO 9000:2015 *System zarządzania jakością - Podstawy i terminologia*.
- Pacana, A., Czerwińska, K. & Siwiec, D. (2018) *Narzędzia i wybrane metody zarządzania jakością. Teoria i praktyka*. Częstochowa, Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menadżerów Jakości i Produkcji.

Pawłowski, A. & Pawłowski, L. (2004) *Realizacja zasady zrównoważonego rozwoju w przemyśle cementowym*. W: *Ochrona i inżynieria środowiska, zrównoważony rozwój*. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN vol. 25, Szkoła Ochrony i Inżynierii Środowiska im. W. Goetla, Kraków, s. 277-286.

Sage, A.P. & Rouse, W.B. (2009) *Handbook of Systems Engineering and Management*. New Jersey, Wiley-Interscience, 339.

Wolniak, R. (2015) *Wykorzystanie punktów kontroli jakości do poprawy procesu produkcyjnego*. Materiały konferencyjne Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 340-350, [http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk\\_pdf\\_2015/T2/t2\\_0340.pdf](http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2015/T2/t2_0340.pdf).

Wolniak, R. & Skotnicka, B. (2011) *Metody i narzędzia zarządzania jakością - Teoria i praktyka cz. 1*. Gliwice, Wydawnictwo Naukowe Politechniki Śląskiej.

Zalewski, R.I. (2008) *Zarządzanie jakością w produkcji żywności*. Poznań, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.

---

## **Improving the quality of construction products with the use of control points**

**Abstract:** Effective quality management is a factor that determines the development of a company. Quality management measures include quality planning, quality control, quality assurance and quality improvement. The aim of the research was to diagnose the condition of a cable well at quality control points and to precisely define the reasons why appropriate preventive measures could significantly contribute to the reduction of the number of non-compliant products. Additionally, the aim was to propose a sequence of actions supporting the analysis of production problems (occurrence of incompatibilities in the tested product). Due to the growing number of complaints in the company and the lack of analysis of the causes of the situation. Sequences of quality management methods were applied, thanks to which inconsistencies occurring in products were classified in terms of their significance and frequency of occurrence (Pareto-Lorenza diagram). Additionally, the analysis of the reasons for non-compliance was performed (method 5Why?). The most important inconsistency in the tested product are cracks in the bottom part of the product, which is caused by low qualifications of the employees.

**Keywords:** quality control point, concrete, Pareto-Lorenza diagram, 5Why method, balanced construction